

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-128445

(43) 公開日 平成8年(1996)5月21日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 C 32/04	Z			
F 0 4 D 17/12		8714-3H		
29/04	M			

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-269909

(22) 出願日 平成6年(1994)11月2日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 広島 実

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(72) 発明者 福島 康雄

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(72) 発明者 高橋 直彦

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(74) 代理人 弁理士 高崎 芳紘

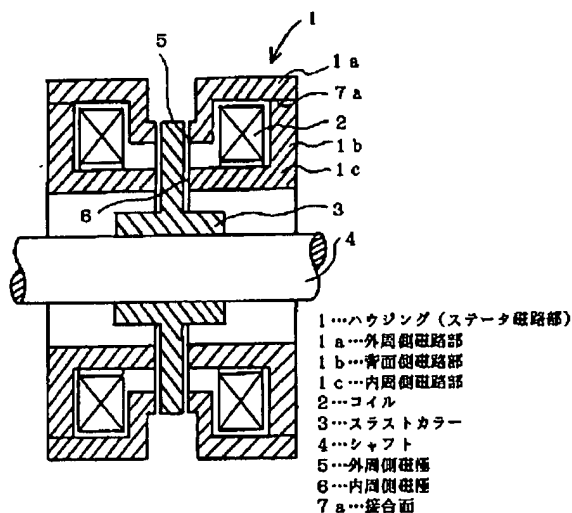
(54) 【発明の名称】 スラスト磁気軸受及び遠心圧縮機

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 遠心圧縮機等の軸方向推力の大きい回転体固定のスラストカラーの小径軽量化に対応可能なスラスト磁気軸受及び遠心圧縮機を提供する。

【構成】 電磁コイル2を取り囲むように外周側磁路部1aの磁極側5を内周側磁路部1cの磁極側6に屈曲させたステータ磁路部1を、外周側磁路部および内周側磁路部の少なくとも2つ以上の部材に分割し、コイル組み込み後に接合可能にしてスラスト磁気軸受を構成する。

【効果】 対向するスラストカラー外径を小さくしてロータ設計を容易にし、ステータ磁路部の部材接合部での損失を低減でき、内周側磁路部の構成部材に組立前にコイルを直接巻線することも可能にする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロータのシャフトに固定のスラストカラーに対向してリング状の電磁コイルをコイルスロット内に取り囲む形状のステータ磁路部を、スラストカラー側を内周側に屈曲させた外周側磁路部とコイルスロットの背面側磁路部と内周側磁路部から形成し、スラストカラーと間隙をもって対向する外周側磁極と内周側磁極が空隙を設けて相隣接するように配置されるスラスト磁気軸受において、ステータ磁路部を少なくとも背面側磁路部と外周側磁路部との接続部の近傍位置、または背面側磁路部と内周側磁路部との接続部の近傍位置のいずれかで2つの磁路部材に分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の接合面を接合して成るスラスト磁気軸受。

【請求項2】 ステータ磁路部を外周側磁路部の部材と、同心円板状の背面側磁路部及び円筒状の内周側磁路部の一体部材とに分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の接合面を接合して成る請求項1記載のスラスト磁気軸受。

【請求項3】 ステータ磁路部を外周側磁路部及び同心円板状の背面側磁路部が一体でスラスト軸方向に半割構造にした両部材と、内周側磁路部の部材との3つの部材に分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の接合面を接合して成る請求項1記載のスラスト磁気軸受。

【請求項4】 ステータ磁路部を外周側磁路部の部材と、同心円板状の背面側磁路部の部材と、円筒状の内周側磁路部の部材との3つの部材に分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の2つの接合面を接合して成る請求項1記載のスラスト磁気軸受。

【請求項5】 ステータ磁路部を少なくとも背面側磁路部と外周側磁路部との接続部の近傍位置、または背面側磁路部と内周側磁路部との接続部の近傍位置のいずれかで2つの磁路部材に分割し、コイルスロット内に組み込み後に部材間の接合部を接合するその接合面の接合面積をステータ磁路部の平均的な横断面積より大きく形成して成る請求項1から請求項4のいずれか1項に記載のスラスト磁気軸受。

【請求項6】 ステータ磁路部を少なくとも背面側磁路部と外周側磁路部との接続部の近傍位置、または背面側磁路部と内周側磁路部との接続部の近傍位置のいずれかで2つの磁路部材に分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の接合面を接合するその接合面を、主な接合面と締結面とに形成し、その締結面をボルト締め等により締結して成る請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のスラスト磁気軸受。

【請求項7】 ガス吸込口及びガス吐出口を有するケーシング内に、羽根車を有するロータのシャフトが両端部のラジアル磁気軸受によって中空に支持されると共に、ロータのシャフトが一端部に設けられた請求項1か

ら請求項6のいずれか1項に記載のスラスト磁気軸受によって軸方向推力を支持されて成る遠心圧縮機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、遠心圧縮機やターボエクスパンダや真空ポンプ等の高速回転体の軸方向推力を磁気的に支持するスラスト磁気軸受及び遠心圧縮機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来一般に使用されているスラスト磁気軸受は例えば特開平3-78596号公報に記載されている。図10はこの従来のスラスト磁気軸受の第1の例を示す縦断面図である。図10において、この冷凍機用圧縮機のスラスト磁気軸受は、C型断面のステータ磁路部を形成するリング状ハウジング1のコイルスロット2a内にリング状電磁コイル2が組み込まれており、このリング状ハウジング1のスラストカラー3と間隙をもって対向する側に外周側磁極5と内周側磁極6間のコイルスロットと同一幅の広い開口部があって、これよりコイル2の組み込みが容易に可能な構造となっている。こうして冷凍機用圧縮機のシャフト4に固定のスラストカラー3の両側に微妙な間隙を軸受面をなす磁極5、6との間に設けて一对のスラスト磁気軸受が配置され、それぞれが図示しないケーシングに取り付けられている。そしてシャフト4のスラスト方向の位置を検出するセンサの信号に基づき、このスラスト磁気軸受のコイル2への電流を調整して、スラストカラー3とスラスト磁気軸受の間隙が常に一定に保たれるように制御する。

【0003】また従来の改良されたスラスト磁気軸受は例えば特開平6-159364号公報に記載されている。図11はこの従来のスラスト磁気軸受の第2の例を示す縦断面図である。図11において、このスラスト磁気軸受は、軸線方向電磁気軸受構造体として、ステータ磁路部を形成するリング状ハウジング1の外周側磁路部1aを2つの外周側磁路部材1a1、1a2に接合面7で分割したうえ、スラストカラー3に近い側の外周側磁路部材1a1を内周側に屈曲させてコイルスロット内のコイル2を包み込むようにして外周側磁極5の位置を内周側磁極6の近くに配置し、その2つの外周側磁路部材1a1、1a2間に接合面7を分離した状態で、コイルスロット内へのコイル2の組み込み後にその接合部の接合を行うように構成し、これによりこのスラスト磁気軸受と対向してロータのシャフト4に固定されるスラストカラー3の外径を小さくしてロータの設計を容易にしている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来一般に使用されている図10のスラスト磁気軸受は、一般に遠心圧縮機やターボエクスパンダ等では大きな軸方向推力が発生するため負荷容量の大きなスラスト磁気軸受が必要にな

るが、しかしこの磁気軸受では油軸受に比較して軸受部の単位面積当たりの支持力が小さいために軸受部の面積を増加させる必要があって軸受外径が大きくなるうえ、また図10に示すように電磁石を構成するステータ磁路部をなすハウジング1がスラストカラー3との対向面側から電磁コイル2をコイルスロット2a内に組み込むための空間を確保する必要があることから、さらにスラスト磁気軸受の外径が増加している。するとスラスト磁気軸受の外径はロータのシャフト4に固定された対向するスラストカラー3の外径と同等である必要から、このスラスト磁気軸受の外径の増加に伴いスラストカラー3の外径も増加し、従ってシャフト4に固定のスラストカラー3の重量が増加してロータの固有振動数が低下するので、シャフト4に固定された他の部品の重量や配置によってはロータの設計が困難になる場合も生じたり、またロータの制御も難しくなるという課題があった。

【0005】また上記従来の改良された図11のスラスト磁気軸受は、ロータに固定の対向するスラストカラー3の外径をより小さくするため、ステータ磁路部をなすハウジング1がコイルスロット2a内の電磁コイル2を包むように、その外周側磁路部1aを屈曲させて外周側磁極5の位置を内周側磁極6の近い位置に配置する構造体としている。しかしながら、この軸線方向磁気軸受構造体は、ステータ磁路部の外周側磁路部1aを外周側磁極5の近くに寄った位置で2つの外周側磁路部材1a<sub>1</sub>、1a<sub>2</sub>に分割して接合した構造をしているため、その外周側磁路部材1a<sub>1</sub>、1a<sub>2</sub>の接合部における磁束漏れによる磁氣的損失が大きく、この接合部7が磁気回路の要部をなす軸受面の磁極5、6に近い位置にあるための軸受面での吸引力を弱めるという不具合があった。

【0006】本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解決し、遠心圧縮機やターボエキスパンダ等のように軸方向推力の大きな回転体の推力を電磁石の力の利用により支持するスラスト磁気軸受のステータ磁路部の外周側磁極を内周側磁極に磁束漏れが問題にならない距離まで近づけて、且つステータ磁路部の分割した接合部での磁束漏れによる磁氣的損失を小さくして、回転体に固定の対向するスラストカラーの外径を小さくし軽量化を達成できるスラスト磁気軸受及び遠心圧縮機を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の第1のスラスト磁気軸受は、ロータのシャフトに固定のスラストカラーに対向してリング状の電磁コイルをコイルスロット内に取り囲む形状のステータ磁路部を、スラストカラー側を内周側に屈曲させた外周側磁路部とコイルスロットの背面側磁路部と内周側磁路部から形成し、スラストカラーと間隙をもって対向する外周側磁極と内周側磁極が空隙を設けて相隣接するように配置されるスラスト磁気軸受において、ステータ磁路部

を少なくとも背面側磁路部と外周側磁路部との接続部の近傍位置、または背面側磁路部と内周側磁路部との接続部の近傍位置のいずれかで2つの磁路部材に分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の接合面を接合して成る。

【0008】また第2のスラスト磁気軸受は、第1のスラスト磁気軸受において、ステータ磁路部を外周側磁路部の部材と、同心円板状の背面側磁路部及び円筒状の内周側磁路部の一体部材とに分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の接合面を接合して成る。

【0009】また第3のスラスト磁気軸受は、第1のスラスト磁気軸受において、ステータ磁路部を外周側磁路部及び同心円板状の背面側磁路部が一体でスラスト軸方向に半割構造にした両部材と、内周側磁路部の部材との3つの部材に分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の接合面を接合して成る。

【0010】また第4のスラスト磁気軸受は、第1のスラスト磁気軸受において、ステータ磁路部を外周側磁路部の部材と、同心円板状の背面側磁路部の部材と、円筒状の内周側磁路部の部材との3つの部材に分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の2つの接合面を接合して成る。

【0011】また第5のスラスト磁気軸受は、第1から第4のいずれかのスラスト磁気軸受において、ステータ磁路部を少なくとも背面側磁路部と外周側磁路部との接続部の近傍位置、または背面側磁路部と内周側磁路部との接続部の近傍位置のいずれかで2つの磁路部材に分割し、コイルスロット内に組み込み後に部材間の接合部を接合するその接合面の接合面積をステータ磁路部の平均的な横断面積より大きく形成して成る。

【0012】また第6のスラスト磁気軸受は、第1から第5のいずれかのスラスト磁気軸受において、ステータ磁路部を少なくとも背面側磁路部と外周側磁路部との接続部の近傍位置、または背面側磁路部と内周側磁路部との接続部の近傍位置のいずれかで2つの磁路部材に分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の接合面を接合するその接合面を、主な接合面とに形成し、その締結面をボルト締め等により締結して成る。

【0013】また本発明の遠心圧縮機は、ガス吸込口及びガス吐出口を有するケーシング内に、羽根車を有するロータのシャフトが両端部のラジアル磁気軸受によって空中に支持されると共に、ロータのシャフトの一端部が第1から第6のいずれかのスラスト磁気軸受によって軸方向推力を支持されて成る。

【0014】

【作用】上記第1のスラスト磁気軸受は、ステータ磁路部をなすハウジングを外周側磁路部または内周側磁路部とその他の磁路部との少なくとも2つ以上の部材に分割し、コイルをコイルスロット内に組み込み後に部材間の接合面を接合しているため、コイルをハウジングのスラ

5

ストカラーとの対向面側から組込むような広い空間の必要性がなく、外周側磁極を磁束がスラストカラーを通らない磁束漏れが問題にならない位置までと共に、ステータ磁路部を磁気回路の要部をなす軸受面から離れた位置で分割接合することにより、磁気特性を低下させずに軸受面外径を小さくでき、従って対向するロータのシャフトに固定のスラストカラーの外径も小さくできて重量も低減できるから、このスラストカラーの重量低減によりロータの固有振動を高くすることができてロータの設計が容易になる。

【0015】また第2のスラスト磁気軸受は、ステータ磁路部をなすハウジングを外周側磁路部とのその他の磁路部との2つの部材に分割する簡単な分割構造を採っており、外周側磁路部を同心円板状のコイルスロット背面磁路部と接合することにより、スラストカラーと対向する磁気回路の要部をなす軸受面の外周側および内周側磁極と離れた位置で2つの部材を接合可能なため、磁気損失が小さくできるうえ接合作業が容易なほか、接合前の円筒形の内周側磁路部でのコイルの直接巻付作業も可能となる。

【0016】また第3のスラスト磁気軸受は、ステータ磁路部をなすハウジングを3つの部材に分割しているが、外周側および背面側磁路部の一体部材の半割構造では接合する半割面が磁束の流れ方向と平行しているので接合面での磁気損失が実質上なく、また背面側磁路部と円筒状の内周側磁路部との接合面が磁気回路の要部の軸受面から離れた位置にあるので磁気損失が小さい。

【0017】また第4のスラスト磁気軸受は、ステータ磁路部をなすハウジングを外周側磁路部と背面側磁路部と内周側磁路部の3つの部材に分割しているが、その2つの接合面が磁気回路の要部から離れているため接合容易であって磁気損失も小さくなる。

【0018】また第5のスラスト磁気軸受は、第1から第4のいずれかのスラスト磁気軸受において、ステータ磁路部をなすハウジングの少なくとも2つ以上の部材に分割した分割面つまりコイル組込後の接合面の面積がステータ磁路部をなすハウジングの平均的な横断面積より大きくなるような形状にしているため、その接合面付近における磁束密度がハウジングの平均磁束密度より小さくなるから接合面での磁束の乱れや漏れあるいは磁気抵抗による磁気損失が更に小さくなる。

【0019】また第6のスラスト磁気軸受は、第1から第5のいずれかのスラスト磁気軸受において、ステータ磁路部をなすハウジングを少なくとも2つ以上の部材に分割し、コイルの組み込み後に部材間を接合する接合面が主な接合面とボルト締め等による締結面とから形成されるので、その接合面との締結面が例えば直交するように形成することにより、その組立時の位置決めが容易になるほか磁気損失の軽減も考えられる。

【0020】また遠心圧縮機は、そのスラスト磁気軸受

6

に第1から第6のスラスト磁気軸受のいずれかを備えているので、ロータのシャフトに固定のスラストカラーの外径を小さくしてあるから、ロータの重量を低減して固有振動数を高めることによりロータの設計を容易にする。

【0021】

【実施例】以下に本発明の実施例を図1から図7により説明する。図1は本発明のスラスト磁気軸受の第1の実施例を示す縦断面図である。図1において、このスラスト磁気軸受は、そのコイルスロット内のリング状電磁コイル2を取り囲むような形状にステータ磁路部をなすハウジング1を形成し、そのロータのシャフト4に固定されるスラストカラー3の面と対向する一対の磁極5、6が一定の間隔を設けて相隣接するように配置し、その外周側磁路部1aを屈曲させて外周側磁極5の位置を両極間で磁束がスラストカラー3を通らずに両極間を直接通る両極間での磁束漏れが問題にならない位置まで内週側磁極6に近づけることにより、スラスト磁気軸受の外周磁極および対向するスラストカラー3の外径を小さくしている。

【0022】しかし、外周側磁極5を内周側磁極6に近づけることによって両磁極5、6間の間隔が狭くなるため、コイル2を両磁極間の空間からステータ磁路部をなすハウジング1のコイルスロット内に組込むことができないので、ハウジング1を複数個に分割する必要がある。そこで図1の第1の実施例では、ステータ磁路部をなすハウジング1は2個の部材に分割されていて、その外周側磁路部1aをなす部材と、コイルスロット背面磁路部1bおよび内周側磁路部1cが一体の部材とから構成され、そのコイル2の組み込み後の外周側磁路部1aと背面側磁路部1bとの接合部をなす接合面7を外周側磁路部1aの外周面からボルト締め等により接合して取り付ける。この構成により、ステータ磁路部であるハウジング1の外周側磁極5および内周側磁極6と対向するスラストカラー3とのなす磁気回路の要部から離れた位置の接合部で締結されているため、その接合部での磁束の乱れや漏れあるいは磁気抵抗が磁気回路の要部の磁束密度や磁束の流れを乱さずに磁気損失を最小限にできる。

【0023】図2は本発明のスラスト磁気軸受の第2の実施例を示す縦断面図である。図3は図2のハウジングの外観斜視図である。図2および図3において、このスラスト磁気軸受は、図1と同様の形状および配置であるが、そのステータ磁路部をなすハウジング1は3個の部材に分割されていて、その外周側磁路部1aおよび背面側磁路部1bが一体であって、かつそのままではコイル2を組込むことができない図3に示すようにこれを軸方向の左右方向また上下方向等の面での半割構造とし、その外周側磁路部1aおよび背面側磁路部1bの部材と、その外周側磁路部1a'および背面側磁路部1b'の部

材と、それと円筒状の内周側磁路部1cの部材とから構成され、そしてコイル2の組み込み後の背面磁路部1b、1b'と内周側磁路部1cの接合面7bの接合および半割接合面7cの接合は同様にボルト締め等により締結する。

【0024】この構成により、その外周側磁路部1aおよび背面磁路部1bの部材の軸方向半割構造は、その接合面の両側を通るステータ磁路部をなすハウジング1の磁束が本質的には接合面と平行であって接合面を横切る磁束がないため、そのような半割構造にすることによる磁気損失はほとんど発生しない。また背面磁路部1b、1b'と内周側磁路部1cの接合部は、ステータ磁路部であるハウジング1の外周側磁極5および内周側磁極6と対向するスラストカラー3とのなす磁気回路要部から離れているため、その接合部での磁気損失を最小限にできる。

【0025】図4は本発明のスラスト磁気軸受の第3の実施例を示す縦断面図である。図4において、このスラスト磁気軸受は、図1および図2と同様の形状および配置であり、図2と同様にステータ磁路部をなすハウジング1は3個の部材に分割されているが、しかし外周側磁路部1aの部材と同心円板状の背面側磁路部1bの部材と円筒状の内周側磁路部1cの部材とから構成され、そして2つの接合面7a、7bの接合のうち少なくとも外周側磁路部1cの接合面7aだけはコイル2の組み込み後に締結する。この構成により各部品の形状と製造は簡易化され、また図2および図3のような半割構造にする必要もなく、その2つの接合面7a、7bもステータ磁路部をなすハウジング1の両磁極5、6と対向するスラストカラー3とのなす磁気回路の要部から離れているため、それらの接合部での磁気損失を最小限にできる。

【0026】図5は本発明のスラスト磁気軸受の第4の実施例を示す縦断面図である。図5において、このスラスト磁気軸受は、図1のステータ磁路部をなすハウジング1の外周側磁路部1aと背面側磁路部1bとの接合部を主要な接合面7aとそのボルト締め等の締結面7a'に区分した変形例の構成である。この構成により、図1の実施例と比較して接合面7aでの磁気損失が接合面積の縮小等から若干増加することも考えられるが、しかし締結面7a'も磁束が流れうるしボルト締め等の締結による組立時の位置決め等が容易になる。

【0027】図6は本発明のスラスト磁気軸受の第5の実施例を示す縦断面図である。図6において、このスラスト磁気軸受は、図2および図3のステータ磁路部をなすハウジング1の背面側磁路部1bと内周側磁路部1cとの接合部を主要な接合面7bとそのボルト締め等の締結面7b'に区分した変形例の構成であって、外周側磁路部1aおよび背面側磁路部1bの部材が同じく半割構造となる。この構成により図2および図3の実施例と比較して接合面7bでの磁気損失が若干増加することも考

えられるが、しかし締結面7b'も磁束が流れうるしボルト締め等により組立時の位置決め等がやはり容易になる。なお外周側磁路部1の軸方向の半割構造の接合面も肉厚方向の主な接合面と径方向の締結面に区分した構成にすれば外周側からのボルト締め等の締結が容易であり、組立時の位置決め及び締結作業が容易となるうえ、外周側磁路部1の剛性も増大して具合いがよい。

【0028】図7は本発明のスラスト磁気軸受の第6の実施例を示す縦断面図である。図7において、このスラスト磁気軸受は、図4のステータ磁路部をなすハウジング1の外周側磁路部1aと背面側磁路部1bとの接合部を主要な接合面7aとその締結面7a'に区分し、また背面側磁路部1bと内周側磁路部1cとの接合部を主要な接合面7bとその締結面7b'に区分した変形例の構成である。この構成により、図4の実施例と比較して接合面7a、7b'での磁気損失が若干増加することもあるが、しかし締結面7a'、7b'も磁束が流れうるしボルト締め等による組立時の位置決め等がやはり容易になる。

【0029】図8は本発明のスラスト磁気軸受の第7の実施例を示す縦断面図である。図8において、このスラスト磁気軸受は、図1の実施例等と同様にステータ磁路部をなすハウジング1が2個の部材に分割される変形例であるが、その外周側磁路部1aが外周側磁極5の側の大半分を含む外周側磁極部材1a1とコイルスロット背面側寄り磁路部材1a2とに分割されていて、その外周側磁極部材1a1と、その背面側寄り磁路部材1a2および背面側磁路部1bおよび内周側磁路部1cが一体の部材とから構成され、そのコイル2の組み込み後の外周側磁極部材1a1と背面側寄り磁路部材1a2の接合部をなす接合面7a1をボルト締め等により接合して取り付け。この構成により、ステータ磁路部であるハウジング1の外周側磁極5および内周側磁極6と対向するスラストカラー3とのなす磁気回路の要部から離れた位置の接合面7a1で接合されているため、その接合部で磁束の乱れや漏れあるいは磁気抵抗が磁気回路の要部の磁束密度や磁束の流れを乱さずに磁気損失を最小限にできる。

【0030】図9(a)、(b)は図11の従来のスラスト磁気軸受の第2の例と図1の本発明のスラスト磁気軸受の第1の実施例とを比較して示す磁気回路の磁束の流れ図である。図9(a)、(b)において、スラスト磁気軸受のステータ磁路部をなすハウジング1を複数ここでは2つの部材に分割した接合面7、7aでは磁束の乱れや漏れあるいは磁気抵抗の増加による磁気損失が増加するので、その磁気損失を最小限にするには図示のように磁束密度Bの低い所即ち磁路断面積つまり磁路幅の広い部分に接合面7、7aを設けるほうが好ましい。またこの磁気回路のステータ磁路部をなすハウジング1に磁路断面積の変化があると磁束の流れを乱して磁気損失を発生する要因となるが、特にハウジング1の軸受面の

一部をなす外周側磁路部5に近い位置でその屈曲形状から磁路断面積の変化があると、その屈曲部分の磁束が乱れて軸受面をなす外周磁極5まで磁束の乱れが残り、軸受け面の吸引力が低下する。

【0031】従って、図9(a)において、図11の従来の改良形のスラスト磁気軸受のように軸受面の外周磁極5に近い側の位置に外周側磁路部1aの部材1a<sub>1</sub>、1a<sub>2</sub>の接合面7を設ける場合には、その接合面での磁束の乱れや漏れあるいは磁気抵抗による磁気損失が磁気回路の要部をなす軸受面の外周側磁極5および内周側磁極6における磁束への影響をより与えるから、外周側磁路部1aの部材1a<sub>1</sub>、1a<sub>2</sub>の接合面7の両側の径方向磁路幅を広くして断面積を大きくすることにより接合面7の付近での磁束密度を小さくして磁気損失を減らす方式が考えられるが、そうすると磁路断面積を変化させる外周側磁路部1aの部材1a<sub>1</sub>の部分の軸受面に近い磁束漏れ等により軸受面でのスラストカラー3への吸引力の低下を招く不具合が考えられる。

【0032】これに対して図9(b)において、図1の本発明の第1の実施例のスラスト磁気軸受のように軸受面の外周側磁極5から離れた距離の軸受背面部の位置に外周側磁路部1aとコイルスロット背面側磁路部1bの接合面7aを設ける場合には、その接合面7aの軸受背面部への軸方向磁路幅を広くして接合面積を大きくすることにより接合面7aの付近での磁束密度を小さくして磁気損失を減らす方式にしても、その接合面7aが軸受面から離れているだけでなく外周側磁路部1aの径方向磁路幅つまり磁路外径を増加させる必要がないから、軸受面でのスラストカラー3への吸引力に影響を与えて吸引力の低下を招くようなことがない。

【0033】なお上記実施例はスラストカラーの両側にスラスト磁気軸受を配置しているが、ロータのシャフトが、一方向の推力のみを発生する場合には、スラストカラーの片側のみにスラスト磁気軸受を配置する場合がある。

【0034】図12は本発明のスラスト磁気軸受を備えた遠心圧縮機の一実施例を示す縦断面図である。図12において、この遠心圧縮機はロータのシャフト4の軸方向位置制御のために、シャフト4にスラストカラー3が取り付けられていて、このスラストカラー3の軸方向両面にそれぞれ対向して、本発明による図1から図8のいずれかのスラスト磁気軸受のステータ磁路部をなすハウジング1が配置され、このハウジング1内の電磁コイル2の励磁電流による軸受面での磁気吸引力によってシャフト4の軸方向位置が制御される。なおシャフト4の両端部にはそれぞれラジアル軸受11a、11bが配置されていて、これにより羽根車10をシャフト4に取り付けたロータを空中に支持しており、そのロータはガス吸込口13及び羽根車10の回転による圧縮ガスの吐出口14を有するケーシング12及びダイヤフラム15内に

収容されている。またスラストカラー3の軸方向位置を検出する軸方向位置センサ16が設けられている。

#### 【0035】

【発明の効果】本発明によれば、スラスト磁気軸受の吸引力を低下させずに軸受面外径および軸受外径ならびにスラストカラーの外径を小さくできるので、スラストカラーの重量を減少できることからロータの固有振動数を増加してロータの設計が容易となる効果がある。

【0036】またステータ磁路部をなすハウジングの軸受面から離れた適切な位置での分割接合により、接合部での磁気損失を最小限におさえるうえ、コイルをハウジング内に容易に組込むことが可能となる効果がある。またステータ磁路部をなすハウジングの分割接合部の断面積つまり磁路面積を大きくして、接合部での磁気損失を更に低減させる効果がある。またステータ磁路部をなすハウジングの分割接合部を接合部およびボルト締め等による締結部に区分して設けることにより、組立時の位置決めも容易にできるなどの効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のスラスト磁気軸受の第1の実施例を示す縦断面図である。

【図2】本発明のスラスト磁気軸受の第2の実施例を示す縦断面図である。

【図3】図2のハウジングの外観斜視図である。

【図4】本発明のスラスト磁気軸受の第3の実施例を示す縦断面図である。

【図5】本発明のスラスト磁気軸受の第4の実施例を示す縦断面図である。

【図6】本発明のスラスト磁気軸受の第5の実施例を示す縦断面図である。

【図7】本発明のスラスト磁気軸受の第6の実施例を示す縦断面図である。

【図8】本発明のスラスト磁気軸受の第7の実施例を示す縦断面図である。

【図9】(a)、(b)は図11に示した従来のスラスト磁気軸受の例と図1の本発明のスラスト磁気軸受の第1の実施例を比較して示す磁束の流れ図である。

【図10】従来のスラスト磁気軸受の第1の例を示す縦断面図である。

【図11】従来のスラスト磁気軸受の第2の例を示す縦断面図である。

【図12】本発明の遠心圧縮機の一実施例を示す縦断面図である。

#### 【符号の説明】

1 ハウジングステータ磁路部

1a 外周側磁路部

1b 背面側磁路部

1c 内周側磁路部

2 電磁コイル

3 スラストカラー

(7)

特開平8-128445

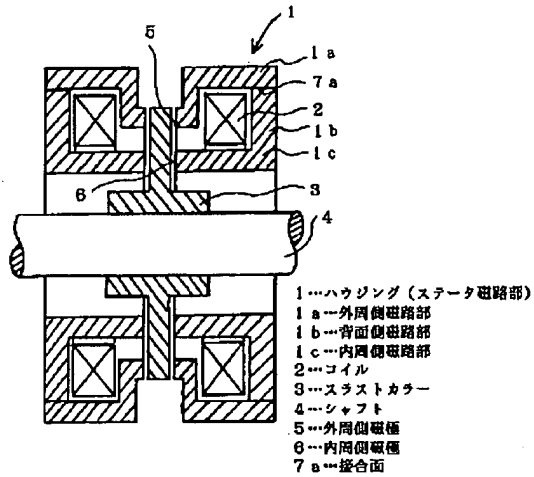
11

12

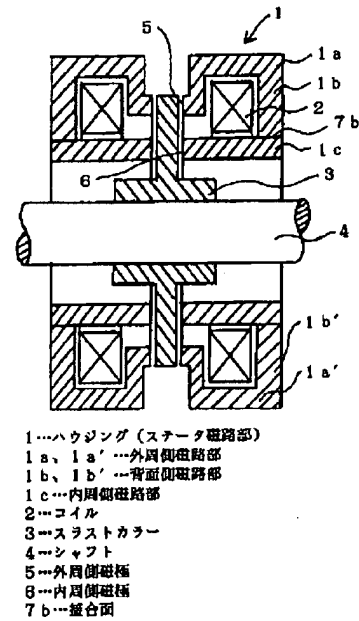
- 4 ロータシャフト  
 5 外周側磁極  
 6 内周側磁極  
 7a、7b、7c 接合面  
 7a'、7b'、7c' 締結面

- 10 羽根車  
 11 ラジアル磁気軸受  
 12 ケーシング  
 16 軸位置センサ

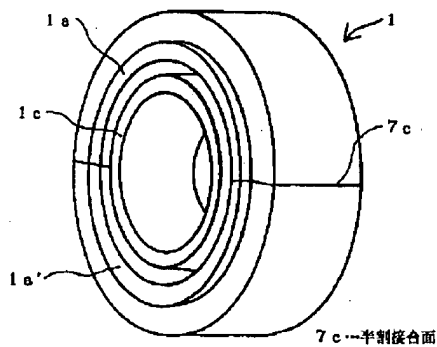
【図1】



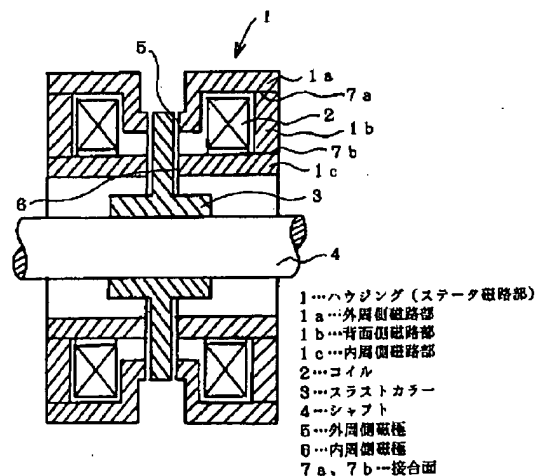
【図2】



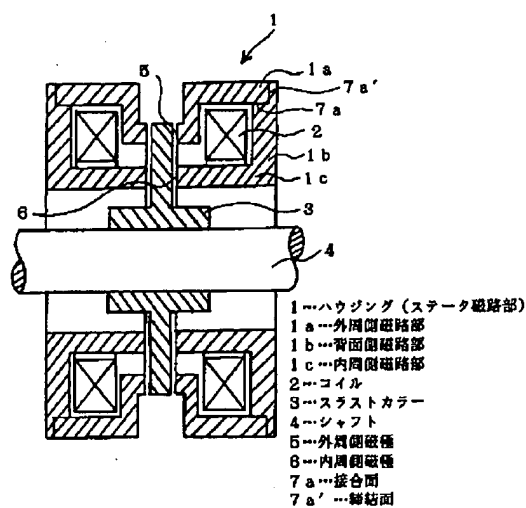
【図3】



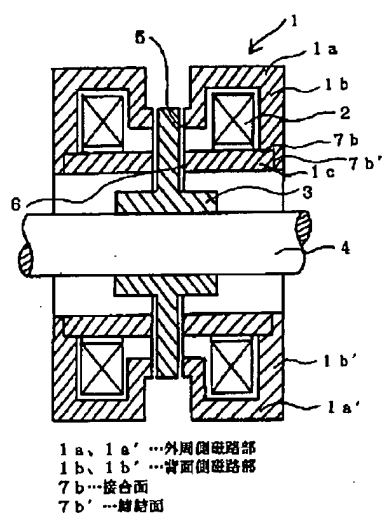
【図4】



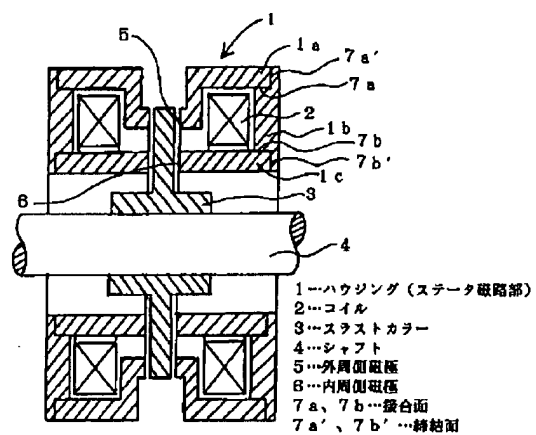
【図5】



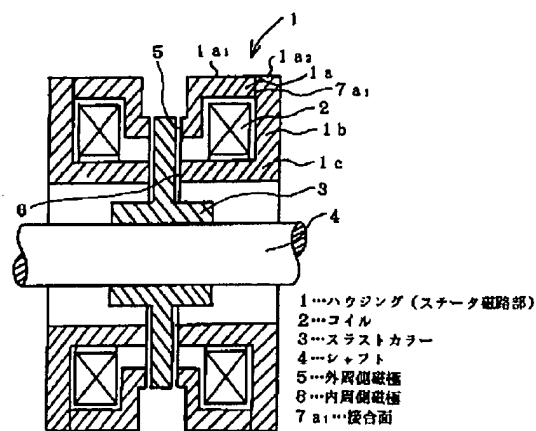
【図6】



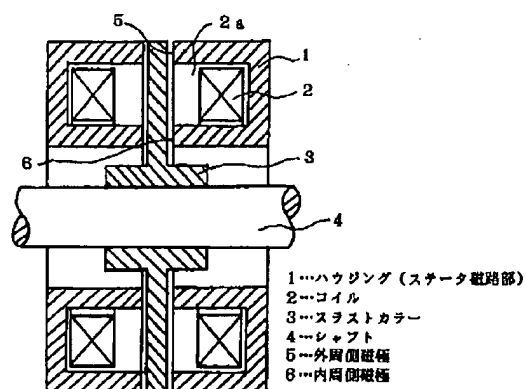
【図7】



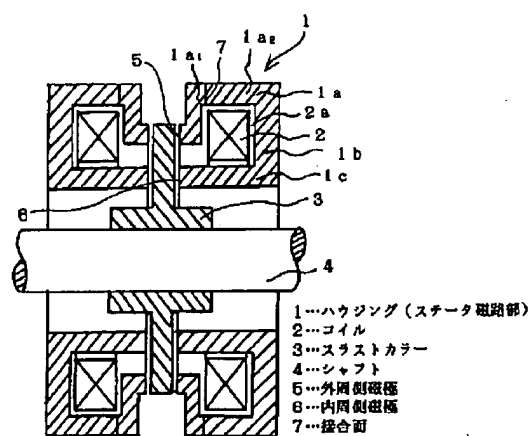
【図8】



【図10】

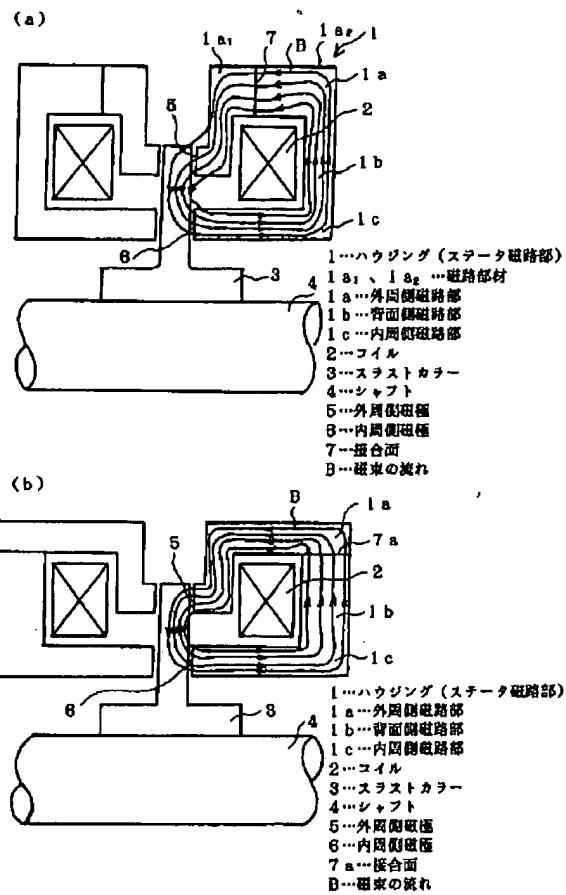


【図11】

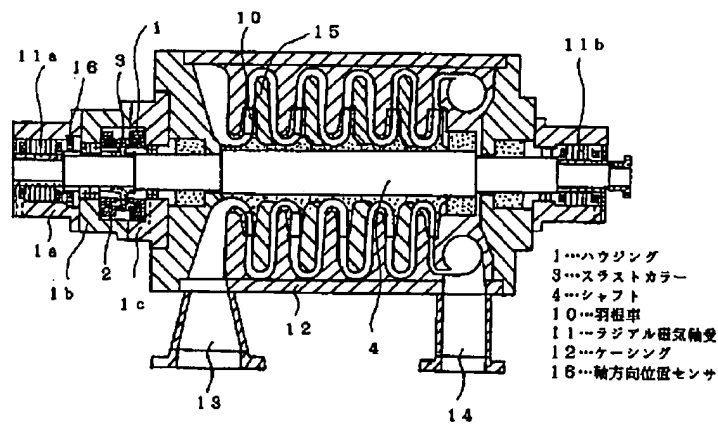




【図9】



【図12】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**